

PAT-NO: JP02003059640A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003059640 A  
TITLE: HEATER DEVICE  
PUBN-DATE: February 28, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAKAHASHI, HIROYUKI	N/A
TAKAHASHI, KIYOE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KYOWA CORPORATION:KK	N/A

APPL-NO: JP2001241209

APPL-DATE: August 8, 2001

INT-CL (IPC): H05B007/00, B01J019/00 , H05B003/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heater device that can perform efficient heating of the object by generating continuously and easily high temperature higher than 1,000&deg;C.

SOLUTION: The waste thermal decomposition device 1 comprises a heating chamber 10 for heating the waste, at least a pair of electrodes provided in the heating chamber 10, a heater body 15 made of a plurality of spherical heater elements 16 made of mainly carbon that are provided between the above electrodes so as to generate discharge when electric voltage is impressed, a rotating device that rotates or moves the heater elements 16 between the electrodes, an inert gas supply device that makes the heating chamber 10 in a

state of no-oxygen, and a vacuum pump for making the heating chamber  
10 in a  
state of vacuum.

COPYRIGHT: (C) 2003, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-59640

(P2003-59640A)

(43)公開日 平成15年2月28日(2003.2.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
H 0 5 B 7/00		H 0 5 B 7/00	Z 3 K 0 8 4
B 0 1 J 19/00	3 0 1	B 0 1 J 19/00	3 0 1 Z 3 K 0 9 2
H 0 5 B 3/14		H 0 5 B 3/14	F 4 G 0 7 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願2001-241209(P2001-241209)

(22)出願日 平成13年8月8日(2001.8.8)

(71)出願人 598138512

株式会社協和コーポレーション

東京都文京区大塚5丁目17番1号

(72)発明者 高橋 博之

東京都豊島区東池袋5丁目49番7号

(72)発明者 高橋 浄恵

東京都豊島区東池袋5丁目49番7号

(74)代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

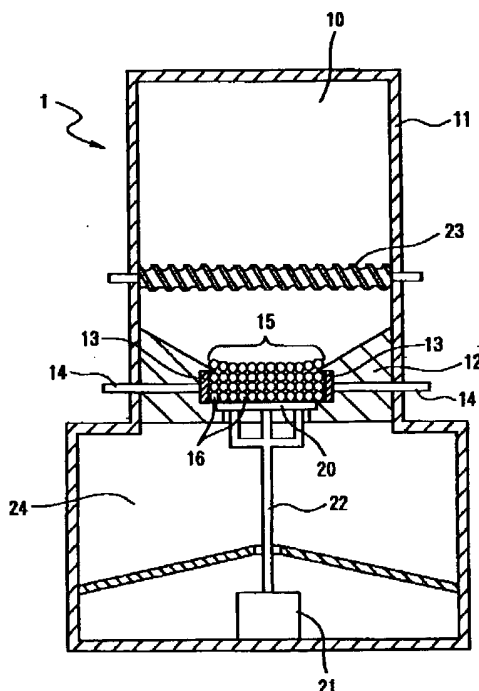
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 加熱装置

## (57)【要約】

【課題】 1000℃以上の高温を継続的に且つ容易に発生させて、被加熱物の加熱を効率良く行うことが可能な加熱装置を提供する。

【解決手段】 廃棄物用熱分解装置1は、廃棄物を加熱する加熱室10と、加熱室10内に設けられた少なくとも一対の電極と、電圧が印加されると放電を生じるように前記電極間に介装された、炭素を主成分とする球形の発熱体用素子16の複数からなる発熱体15と、発熱体用素子16を回転させたり前記電極間において移動させたりする回転装置と、加熱室10内を無酸素状態にする不活性ガス供給装置及び加熱室10内を真空状態にする真空ポンプと、を備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被加熱物を加熱する加熱室と、前記加熱室内に設けられた少なくとも一対の電極と、電圧が印加されると放電を生じるように前記電極間に介装された、球形の発熱体用素子の複数からなる発熱体と、

前記発熱体用素子を前記電極間において移動させる素子移動手段、前記発熱体用素子を回転させる素子回転手段、及び前記発熱体用素子を震動させる素子震動手段のうち少なくとも一つと、

前記加熱室内を無酸素状態にする無酸素状態化手段及び前記加熱室内を真空状態にする減圧手段のうち少なくとも一方と、を備えることを特徴とする加熱装置。

【請求項2】 前記発熱体用素子を、炭素を主成分とする素材で構成したことを特徴とする請求項1記載の加熱装置。

【請求項3】 前記発熱体用素子が不浸透性を有することを特徴とする請求項2記載の加熱装置。

【請求項4】 前記発熱体用素子を、導電性を有するセラミックス、導電性を有する複合材、合金、超硬合金、及びアモルファス金属から選ばれた1種を主成分とする素材で構成したことを特徴とする請求項1記載の加熱装置。

【請求項5】 前記複合材が、セラミックス、金属、炭素材から選ばれた2種以上からなることを特徴とする請求項4記載の加熱装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1000℃以上の高温を継続的に且つ容易に発生させて、被加熱物の加熱を効率良く行う加熱装置に係り、特に、有害物質を生成することなく種々の廃棄物を熱分解する廃棄物処理装置や、高温や放電を利用した高純度物質の製造装置として好適に使用可能な加熱装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の加熱装置の熱源としては、通常は、ガス、石油等の燃料の燃焼熱や、金属、炭素類等からなる発熱体が使用されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの熱源から得られる温度は約800℃以下であり、通常の方法で1000℃以上の高温を継続的に得ることは容易ではなかった。そのため、このような熱源を使用した加熱装置は、1000℃以上の高温を必要とするような分野への応用は困難であった。よって、上記のような従来の加熱装置は、一般の加熱装置、焼却装置等として利用される程度で、多くの分野に応用されているとは言えなかった。

【0004】また、800℃程度の温度では、使用目的によっては必ずしも十分な高温とは言えない場合があ

る。例えば、原油、廃油、石油化学物質や、一般廃棄物、産業廃棄物、医療廃棄物等の様々な種類の廃棄物（以降は、これらを廃棄物等と記す）を処理する焼却炉に、上記のような従来の加熱装置を適用した場合である。前記廃棄物等を焼却処理した場合には、煤塵、二酸化炭素、塩化水素等の塩素化合物、NO<sub>x</sub>等の窒素化合物、ダイオキシン等のような、環境及び人体に対して悪影響を及ぼす有害物質が生成し、排ガスや排煙とともに排出される。特に、ダイオキシンに関しては、その毒性が非常に強く、また、人体に対して長期的に悪影響を及ぼすことから、大きな問題となっている。

【0005】ダイオキシンは、300～500℃程度の低温で前記廃棄物等を燃焼させた際に生成しやすいので、800℃程度の温度ではダイオキシンが生成する可能性があり、問題である。つまり、燃焼とは酸素と反応する現象であるので、燃焼に伴ってダイオキシンが生成されることが多い。また、800℃で燃焼させる場合には、800℃まで昇温する際と800℃から降温する際とに、ダイオキシンが生成されやすい温度（300～500℃程度）を通ることとなるので、そのときにダイオキシンが生成される。

【0006】さらに、燃焼によって生じた排ガスが大気中に放出された際には、冷却されてダイオキシンが生成されやすい温度（300～500℃程度）となり、また、大気中の酸素と反応するので、その際にダイオキシンが生成される。このように、前記廃棄物等を燃焼させると、ダイオキシンが生成されやすいのである。

【0007】また、3000℃以上の高温を発生させる熱源としてはアーク、プラズマがあり、このような熱源を利用したアーク溶融炉、プラズマ溶融炉等の加熱装置が知られている。しかしながら、これらのアーク溶融炉、プラズマ溶融炉等は、加熱できる範囲が狭い、設備費が巨額となる、消費電力が大きい、頻繁なメンテナンスを要する等の問題点を有している。

【0008】さらに、アーク溶融炉、プラズマ溶融炉は、いずれも空気、窒素、不活性ガス等の作動ガスを必要とするため、高温の状態で排出された排ガスが急冷される際に、前述のようなダイオキシンの生成が生じるおそれがある。特に、作動ガスが空気であった場合は、酸素を含有するためダイオキシンの生成が生じやすい。そこで、本発明は、上記のような従来技術の有する問題点を解決し、1000℃以上の高温を継続的に且つ容易に発生させて、被加熱物の加熱を効率良く行うことが可能な加熱装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明は次のような構成からなる。すなわち、本発明の加熱装置は、被加熱物を加熱する加熱室と、前記加熱室内に設けられた少なくとも一対の電極と、電圧が印加されると放電を生じるように前記電極間に介装され

10

20

30

40

50

た、球形の発熱体用素子の複数からなる発熱体と、前記発熱体用素子を前記電極間において移動させる素子移動手段、前記発熱体用素子を回転させる素子回転手段、及び前記発熱体用素子を震動させる素子震動手段のうち少なくとも一つと、前記加熱室内を無酸素状態にする無酸素状態化手段及び前記加熱室内を真空状態にする減圧手段のうち少なくとも一方と、を備えることを特徴とする。

【0010】複数の前記発熱体用素子を相互に接触させて電圧を印加することにより、前記発熱体用素子の間で放電が生じる。この放電部分の温度は約3000℃以上の高温であるので、前記加熱室内の被加熱物を高温に加熱することが可能である。なお、前記放電部分の温度は約3000℃以上の高温であるが、そこから十数cm離れた位置の温度は約200℃以下である。よって、加熱装置の前記加熱室の壁体は、簡素な構造でも十分に3000℃程度の高温を保つことが可能である。したがって、このような加熱装置は、その構造が単純であり、安価に製造することができる。

【0011】また、前記発熱体において効率よく放電が生じるためには、前記発熱体を構成する前記発熱体用素子同志が点接触していることが好ましく、線接触や面接触では多くの通電が生じて、放電の効率が低下してしまう。前記発熱体用素子の形状は球形であるので、前記発熱体用素子同志の接触形態が必ず点接触となっている。よって、放電が効率良く行われ高温が得られやすく、さらに、高温を得るためのコストを安価とすることができる。

【0012】なお、前記発熱体用素子同志の接触形態が点接触であれば、前記発熱体用素子は十二面体、二十面体等の多面体でも問題なく、本発明の発熱体用素子には前記のような多面体も含まれる。ただし、前記発熱体用素子は真球状であることが、より好ましい。さらに、素子移動手段、素子回転手段、及び素子震動手段のうち少なくとも一つを備えているので、加熱装置の使用中に、前記発熱体用素子を移動させたりその場で回転させたり震動させたりすることができる。そうすると、前記発熱体用素子同志の接触が数多く生じることとなるので、放電がより効率良く行われ高温が得られやすく、さらに、高温を得るためのコストをより安価とすることができる。

【0013】それに加えて、前記被加熱物と前記発熱体とを接触させて前記被加熱物を加熱する場合には、前記被加熱物と前記発熱体用素子との接触も数多く生じることとなるので、前記被加熱物の加熱がより効率良く行われるという利点を有する。さらに、前記加熱室の内部が無酸素状態又は真空状態となっているので、前記発熱体用素子の間で生じる放電の効率が良好であり、高温が得られやすい。真空状態となっている場合は、上記の利点に加えて、少ない電力で高温を得ることができるので、

前記加熱装置の運転コストが安価である。

【0014】さらにまた、前記加熱室の内部が無酸素状態又は真空状態となっているので、前記発熱体用素子の酸化劣化が起こりにくい。したがって、前記発熱体用素子が変形して放電の効率が低下するということが起こりにくいので、前記発熱体用素子を長期にわたって使用することができる。例えば、前記発熱体用素子が真球状であった場合は、放電の効率が非常に良好であるが、酸化劣化により変形すると放電の効率が低下する可能性がある。

【0015】なお、本発明における無酸素状態とは、酸素濃度が空気中の酸素濃度以下である状態を意味する。また、本発明における真空状態とは、真空度が大気圧未満である状態を意味する。酸素濃度は低いほど好ましいが、空気中の酸素濃度以下であれば問題ない。酸素濃度が空気中の酸素濃度を超える値になると、前記発熱体用素子が酸化劣化しやすくなる。

【0016】また、真空度は高いほど好ましいが、中真空(10<sup>-2</sup>Pa以上10Pa未満)であれば十分であり、低真空(10Pa以上大気圧未満)でも差し支えない。さらに、前記発熱体用素子は、炭素を主成分とする素材で構成することができる。炭素は耐熱性に優れているので、本発明のような1000℃以上の高温を発生させる加熱装置に用いる発熱体を構成する素材として、大変好適である。

【0017】さらに、前記発熱体用素子は不浸透性を有することが好ましい。そうすれば、表面に存在する細孔が少なく、比表面積が小さい。したがって、物質の吸着性が低いので、吸着した気体等を高温下(使用時)において放出したり、有害物質等を吸着したりする等の問題を生じるおそれが小さい。また、有害物質等の化学物質による腐食や、空気による酸化を受けにくく劣化しにくいので、前記発熱体用素子を長期にわたって使用することが可能である。

【0018】なお、前記発熱体用素子は高密度化した炭素素材から構成することが好ましい。高密度化した炭素素材とは、炭素の理論密度の90.0%以上の密度を有する炭素素材を意味する。一般の炭素素材は、炭素の理論密度の75%程度の密度を有している。また、前記発熱体用素子を、チタン及びタングステンのうち少なくとも一方を含有した構成とすることができる。このような構成の発熱体用素子は、チタン及びタングステンを含有しないものと比較して、硬度や弾性率等の機械物性、耐食性、耐熱性が優れている。そのため、前記発熱体用素子は有害物質等の化学物質による腐食や酸化劣化を受けにくいので、長期にわたって使用することが可能である。

【0019】チタン及びタングステンの合計の含有量は、全体の1~20質量%であることが好ましい。前記含有量が1質量%未満であると、前記特性(機械物性、耐食性、耐熱性)を向上させる効果が小さく、20質量

%を超えると、前記発熱体用素子にクラックが生じやすくなる傾向となり、また、前記発熱体用素子の加工性が低下する傾向となる等の不都合が生じる場合がある。そのため、前記のような不都合が生じないように、前記発熱体用素子の製造工程において、製造条件の詳細な調整が必要になる。前記発熱体用素子の前記特性と前記のような不都合の生じにくさとのバランスから、チタン及びタングステンの合計の含有量は、5～10質量%とすることが、より好ましい。

【0020】さらに、前記発熱体用素子を、ジルコニウム、ニオブ、ホウ素、タンタル、及びモリブデンのうち少なくとも1種を含有した構成とすることができる。このような構成によれば、前記発熱体用素子の耐熱性を向上することができる。なお、ジルコニウム、ニオブ、ホウ素、タンタル、及びモリブデンの合計の含有量は、全体の10～20質量%であることが好ましい。前記含有量が10質量%未満であると、耐熱性を向上させる効果が小さく、20質量%を超えると、前記発熱体用素子にクラックが生じやすくなる傾向となる。

【0021】さらに、窒化チタン及び窒化ニオブのうち少なくとも一方を含有した構成とすることができる。窒化チタンはチタン原子の格子中に窒素原子が侵入した構造を有して、ダイヤモンドに近い硬度と耐熱性を有し、前記発熱体用素子の硬度及び耐熱性を向上させる効果がある。また、窒化ニオブは耐熱性を向上させる効果がある。

【0022】さらに、前記発熱体用素子を、グラファイト、カーボンブラック、コークス、及び木炭のうち少なくとも1種を含有した構成とすることができる。さらに、前記発熱体用素子を、炭素繊維、酸化物系繊維、炭化物系繊維、窒化物系繊維、及びホウ素系繊維のうち少なくとも1種を含有した構成とすることができる。このような繊維を含有していれば（特に、該繊維が一定方向に並んだ形態で含有していれば）、強度、耐摩耗性、及び導電性が向上する。

【0023】さらに、前記発熱体用素子は、導電性を有するセラミックス、導電性を有する複合材、合金、超硬合金、及びアモルファス金属から選ばれた1種を主成分とする素材で構成してもよい。そして、前記複合材は、セラミックス、金属、炭素材から選ばれた2種以上からなるものとしてすることができる。上記のようなセラミックス、金属、複合材等の素材は、炭素と比較して不浸透性が優れているので、物質の吸着性が非常に低い。よって、吸着した二酸化炭素等の気体を高温下（使用時）において放出したり、有害物質等を吸着したりする等の問題を生じることがほとんどない。

【0024】導電性を有するセラミックスとしては、例えば、ホウ化チタン(TiB)、炭化ジルコニウム(ZrC)、酸化マグネシウム(MgO)からなるセラミックス(質量比は、例えば80:17:3や20:75:

5など)、窒化チタン(TiN)、窒化ホウ素(BN)、炭化ジルコニウム、炭素(C)、酸化マグネシウムからなるセラミックス(質量比は、例えば30:10:35:20:5)、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム(ZrO<sub>2</sub>)、酸化イットリウム(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)からなるセラミックス、炭化ジルコニウム、炭化チタン(TiC)、酸化マグネシウムからなるセラミックス(質量比は、例えば60:30:10)等があげられる。

【0025】また、導電性を有する複合材としては、例えば、金属とセラミックスとからなるサームットがあげられ、具体的には、TiC-Ni-Mo系サームット等がある。さらに、合金としては、例えば、W-Cu系合金、W-Ag系合金等のような、融点及び比重に大きな差がある金属同士の合金や、Ti-13V-11Cr-3Al、Ti-11.5Mo-6Zr-4.5Sn、Ti-3Al-8V-6Cr-4Zr-4Mo、Ti-10V-2Fe-3Al等のようなチタン合金があげられる。

【0026】また、アルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、ケイ素(Si)、鉄(Fe)からなる合金(質量比は、例えば40:20:40)、タングステン(W)、鉄、タンタル(Ta)、モリブデン(Mo)からなる合金(質量比は、例えば40:10:10:40)、ホウ化チタン、鉄、レニウム(Re)、クロム(Cr)からなる合金(質量比は、例えば59:30:5:6)、ニオブ(Nb)、タングステン、酸化トリウム(ThO<sub>2</sub>)、鉄からなる合金でもよい。

【0027】さらに、超硬合金としては、例えば、WC-Co系、WC-TiC-Co系、WC-TiC-TaC-Co系等があげられる。さらにまた、アモルファス金属としては、例えば、Ti-Cu合金等があげられる。上記の導電性を有するセラミックス、導電性を有する複合材、合金、超硬合金、及びアモルファス金属に、さらに優れた導電性を付与したい場合には、タングステン、クロム、タンタル、ニオブ、ジルコニウム、バナジウム、炭化タングステン、希土類元素、銅、炭素、炭素繊維、窒化ニオブ、ゲルマニウム、ケイ素等を添加するとよい。

【0028】このような加熱装置は、1000℃以上、特に、3000℃以上の超高温に被加熱物を効率良く加熱することが可能であるので、様々な装置への適用が可能である。例えば、焼却装置、熱分解装置、融解炉、反応装置等である。例えば、このような加熱装置を前記廃棄物等の処理装置に適用すれば、約3000℃以上という極めて高い温度に前記廃棄物等を加熱することができるので、前記廃棄物等を燃焼させることなく、高温で熱分解させて処理することができる。燃焼(酸化反応)ではなく熱分解による処理であれば、煤塵、塩化水素等の塩素化合物、NO<sub>x</sub>等の窒素化合物、ダイオキシン等の

有害物質を生成することなく、高沸点の金属や炭素を除くほぼ全ての物質を処理することが可能である。

【0029】特に、本発明の加熱装置は、前記素子移動手段、前記素子回転手段、及び前記素子震動手段のうち少なくとも一つを備えているので、前記廃棄物等と前記発熱体用素子との接触が数多く生じることとなる。よって、前記廃棄物等の加熱がより効率良く行われて、前記廃棄物等の熱分解がより効率良く行われる。また、一般の焼却炉から排出された排ガスや灰を加熱処理して、それらの中に含まれるダイオキシン等の有害物質を熱分解して無害化することができる。さらに、適切な処理方法が見出されていないPCBのような有害な化学物質についても、無害な低分子量物質に熱分解することが可能である。さらに、血液や廃油等の液体状の廃棄物であっても、容易に処理することができる。

【0030】特に、本発明の加熱装置は、前記素子移動手段、前記素子回転手段、及び前記素子震動手段のうち少なくとも一つを備えていて、加熱装置の使用中に前記発熱体用素子が移動したりその場で回転したり震動したりする。よって、被加熱物が灰のような粉体である場合には、前述の移動、回転、震動によって、粉体が前記発熱体の内部に入り込んで加熱されるから（すなわち、複数の前記発熱体用素子の間に拡散して加熱されるから）、被加熱物の加熱を非常に効率良く行うことができる。また、前述の移動、回転、震動により、粉体が前記発熱体の内部で目詰まりすることもない。

【0031】さらに、通常の焼却処理では処理できない高分子系の廃棄物や不燃性の廃棄物を含有する場合や、焼却処理するとダイオキシンを生成する可能性のある廃棄物を含有する場合でも、分離、分別することなく一度に熱分解処理することが可能であるので、廃棄物の処理に大きな手間やコストを要しない。さらに、本発明の加熱装置は、被加熱物の加熱を非常に効率良く行うことができるから、高純度の物質を製造する装置に好適に適用することができる。例えば、低純度の炭素粉から高純度の炭素粉を製造したり、黒鉛化度の低い黒鉛やカーボンブラックを加熱することにより黒鉛化を進行させて、黒鉛化度の高い黒鉛やカーボンブラックを製造することができる。また、放電の作用を利用して、種々のフラーレン、カーボンナノチューブ、グラファイトウィスカー等を多量に製造することも可能である。また、金属-炭素多面体分子を製造することも可能である。

【0032】なお、本発明の加熱装置は約3000℃以上という極めて高い温度を発生させることができるので、上記のような各種装置に適用した場合にも、ダイオキシン等の有害物質を生成することなく低コストで各種装置を運転することが可能である。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明に係る加熱装置の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。以下の説明

における上、下等の方向を示す用語は、特に断りがない限り、説明の便宜上、各図面におけるそれぞれの方向を意味するものである。

〔第一実施形態〕図1は、本発明に係る加熱装置の一実施形態である廃棄物用熱分解装置の構成を示す縦断面図である。

【0034】廃棄物用熱分解装置1は、被加熱物である廃棄物が加熱される加熱室10と、廃棄物を加熱室10内に導入する導入口（図示せず）と、廃棄物が熱分解されて生成した分解ガスを加熱室10外に排出する排気口（図示せず）と、を備えている。前記導入口は扉により開閉可能で、閉時には加熱室10内の気密性が保たれるようになっている。

【0035】廃棄物用熱分解装置1の壁体11は、耐火コンクリート、耐熱セラミックス、鉄板等で構成することができる。また、壁体11は、2層構造、3層構造等、2層以上の層からなる構成としてもよい。そして、その場合は、各層を異種の材料で構成してもよい。加熱室10内は後述のように3000℃程度の高温となるが、発熱体用素子16から十センチ離れた位置の温度は200℃以下であること、及び加熱室10内は無酸素状態又は真空状態であるために熱伝導が少ないことから、壁体11の構成は比較的簡易なものでも十分である。

【0036】加熱室10の下部には、廃棄物を加熱するための発熱部が配設されている。すなわち、加熱室10の下部には円筒状の穴を有する耐熱セラミック製の発熱体収納部材12が固定されていて、その内面（円筒面）に一对の電極を構成する2枚の板状のカーボン電極13、13が相互に対向して配設されており、この2枚のカーボン電極13、13の間に発熱体15が介装されている。

【0037】そして、このような発熱部の下方には、発熱体15を載置して回転する回転装置が配置されている。すなわち、発熱体収納部材12の空洞部分の下端には円板20が配置されていて、この円板20の上に発熱体15が載置されている。該円板20は、廃棄物用熱分解装置1の最下部に配設されたモータ21に、回転軸22により連結されていて、所望の回転速度で回転するようになっている。なお、モータ21は、廃棄物用熱分解装置1の外部に配置してもよい。そうすれば、発熱体15が発する熱の影響によりモータ21が高温となる心配がない。

【0038】円板20が回転すると、発熱体15を構成する球形の発熱体用素子16が円板20の回転の影響を受けて、その場で回転したり、近接する他の発熱体用素子16と位置が入れ替わったりする。このとき、発熱体収納部材12の内面の上端部には内方に向かって突出する凸部12aが設けられていて、発熱体15の内部にまで進入しているため、回転時に凸部12aにより発熱体

用素子16がかき回されて、発熱体用素子16の位置の入れ替わりが促進される。

【0039】このような円板20、モータ21、回転軸22からなる回転装置が、本発明の構成要件たる素子回転手段及び素子移動手段に相当する。なお、発熱体用素子16が回転したり移動したりすることによる作用・効果は、後に詳述する。カーボン電極13、13には炭素棒14、14が取り付けられ、炭素棒14は壁体11を貫通して廃棄物用熱分解装置1の外部に突出している。そして、廃棄物用熱分解装置1の外部に突出した炭素棒14の端部は、図示しない電源に連結されている。なお、炭素棒14は耐熱耐火ステンレス製の棒でもよい。また、電極は一对ではなく、二対以上設けてもよい。さらに、3枚のカーボン電極で構成される電極を設けてもよい。

【0040】発熱体15は、不浸透性黒鉛等の炭素材からなる球形の発熱体用素子16の多数が集合することにより構成されている。発熱体用素子16は球形であるので、隣接する他の発熱体用素子16とは相互に点接触している。なお、この発熱体用素子16の構成や製法については、後に詳述する。さらに、加熱室10には、不活性ガス供給装置と真空ポンプとが連結されている（いずれも図示せず）。この不活性ガス供給装置から加熱室10内に窒素、アルゴン等の不活性ガスを供給して、加熱室10内の空気を不活性ガスに置換することにより、加熱室10の内部を無酸素状態とすることができる。また、真空ポンプを用いて加熱室10内を減圧することにより、加熱室10の内部を真空状態とすることができる。この不活性ガス供給装置が本発明の構成要件たる無酸素状態化手段に相当し、真空ポンプが本発明の構成要件たる減圧手段に相当する。

【0041】なお、真空計や酸素濃度計を加熱室10に設けてもよい。そして、加熱室10内の圧力や酸素濃度を、前記真空計や前記酸素濃度計を用いて測定して、これらの測定値が所定の値から外れた場合には、自動的に圧力や酸素濃度が調整され、加熱室10内の圧力や酸素濃度が一定に保たれるようにしてもよい。ただし、加熱室10の内部を無酸素状態とすることができるならば、不活性ガス供給装置以外の装置を無酸素状態化手段として廃棄物用熱分解装置1に設けてもよい。例えば、空気中の酸素を除去する装置等である。

【0042】また、加熱室10の内部を真空状態とすることができるならば、真空ポンプ以外の装置を減圧手段として廃棄物用熱分解装置1に設けてもよい。なお、加熱室10の内部を真空状態とすれば、ほぼ無酸素状態にもなっていると言えるから、場合によっては、真空ポンプ（減圧手段）が設けてあれば不活性ガス供給装置（無酸素状態化手段）は設けなくてもよい。

【0043】次に、このような廃棄物用熱分解装置1を使用して、廃棄物を熱分解処理する方法を説明する。前

記導入口の扉を開けて図示しない廃棄物を投入し、発熱体15の上に載置する。その際には、廃棄物の種類、大きさ、形状等によっては、加熱室10内に設置された破砕装置23を使用して、廃棄物を細かく破砕した上で発熱体15の上に載置するとよい。この破砕装置23は、発熱体15の上方且つ導入口と発熱体15との間に配置されていて、導入口から導入された廃棄物が破砕装置23で破砕されて、破砕された廃棄物が発熱体15の上に落下するようになっている。

【0044】なお、破砕装置23の種類や破砕の方法は特に限定されるものではないが、破砕装置23の例としては、図1のような複数のスクリューで構成されるものがあげられる。このような破砕装置23によれば、複数のスクリューの間に廃棄物が噛み込まれて、スクリューの歯によって細かく破砕される。その他の例としては、セラミックボールの回転により廃棄物を細かく破砕する方法や、硬い小突起を有するハンマー等で破砕する方法を利用した破砕装置がある。

【0045】次に、真空ポンプを稼働させて、加熱室10内を減圧し真空状態（例えば、 $6.7 \times 10^{-2}$  Pa程度の高真空としてもよいし、0.02~0.06 MPa程度の低真空としてもよい）とする。したがって、加熱室10内に充填されている発熱体用素子16も、真空状態下に置かれることとなる。加熱室10は密閉されているから、加熱室10内を高い無酸素状態又は高い真空状態とすることが容易である。よって、高温による発熱体用素子16の酸化劣化が生じにくい。発熱体用素子16が酸化劣化することを低減できれば、発熱体用素子16が変形して放電の効率が低下するということが起こりにくいので、発熱体用素子16を長期間にわたって使用することが可能である。特に、真空状態下では放電の効率が良好で、高温が得られやすいので、少ない電力で高温を得ることができて、高温を得るためのコストが安価であるという効果もある。

【0046】なお、真空状態であれば、加熱室10内に気体がほとんど残留していないので、残留する気体が高純度の物質と結合して有害物質が生成するということがほとんどない。また、有害物質を分解する場合や、不純物を分解して物質の純度を向上する場合には、該分解によって発生した粒子が残留する気体の原子と衝突することがほとんどないので、衝突によって生じるエネルギーのロスが小さい。そのため、分解は理想的に進行する。例えば、圧力が0.1 MPaの場合は100 W前後の電力で後述する放電が生じるが、圧力が高くなるにしたがって大きな電力が必要となる。

【0047】炭素棒14、14に接続された電源により、カーボン電極13、13に約200 V（電流は300~400 A）の電圧を印加すると、発熱体用素子16の間に放電が生じ、該放電は発熱体15全体において行われるようになる。なお、前記放電のパワーを上げるた



めには、400～500V（電流は100～150A）の電圧を印加するとよい。

【0048】放電が生じる仕組みを、図2を参照しながら詳細に説明する。図2の（a）は、複数の発熱体用素子16が相互に点接触をしている様子を示す概念図であり、（b）は、その接触部分を拡大した概念図である。発熱体用素子16は球形であるので、その接触形態は点接触となっている。ただし、発熱体用素子16の表面はミクロ的に見れば小さい凹凸を有しているので、前記接触部分においては、ミクロな凸部同士が接触している接

触点と、間隙部とが存在する。そこに電圧を印加すると前記接触点を通じて通電が起こるが、発熱体用素子16同士が接触している面積は小さく大電流を通電することはできないため、前記間隙部において放電が起こりスパークSが発生する。したがって、発熱体用素子16同志の接触形態が線接触や面接触となっていて、接触している面積が大きいと、多くの電流が通電してしまうため放電の効率が低下する。

【0049】この放電部分（スパークS）の温度は約3000℃であり、電圧を印加してから数十秒という短時間のうちに、発熱体用素子16の周辺は約3000℃の高温に安定する。このときの廃棄物用熱分解装置1の壁体11の温度は、室温程度である。放電が安定して生じるようになれば、印加する電圧は30V程度の低電圧（電流は300～400A）で十分である。ただし、大きな熱量を継続して出力する必要がある場合には、印加する電圧は100V程度とすることが好ましい。例えば、該廃棄物用熱分解装置1により、高密度あるいは高硬度の物質を熱分解する場合等である。なお、印加する電圧の程度により、得られる温度を調節することが可能であるので、所望により印加する電圧の程度を変化させてもよい。

【0050】例えば、最初に印加する電圧を400～500Vとすれば、一般の焼却炉の残留物である焼却灰に含まれる有害物質も熱分解することができ、最終的には炭素等が残る。また、分解速度が速いので大量の廃棄物をコンスタントに分解し続けることができる。発熱体用素子16は、長期にわたって使用していると前記放電や酸化等により劣化し、形状が変形する可能性がある。特に、前記放電が生じる部分が特定の箇所に集中していると、その箇所の劣化が大きくなりやすい。しかし、発熱体用素子16が球形であれば前記放電の作用により発熱体用素子16が回転するので、前記放電が生じる部分が特定の箇所に集中しにくく、まんべんなく全体において前記放電が生じる可能性が高い。したがって、発熱体用素子16が劣化や変形を起こしても、形状が球形のままに保たれるので好ましい。

【0051】発熱体15上に載置された廃棄物は、約3000℃の高温に加熱され、燃焼することなく熱分解される。その際、煤塵、塩化水素等の塩素化合物、NOx

等の窒素化合物、ダイオキシン等の有害物質が生成されることはなく、無害な低分子量物質からなる分解ガスとなる。また、廃棄物中に前記有害物質が含有していた場合には、前記有害物質は前記高温により熱分解されて、同様に無害な低分子量物質からなる分解ガスとなる。

【0052】ただし、生成した前記分解ガスには、無害な低分子量物質の他に、炭化水素や金属等が含まれている場合がある。また、微量の前記有害物質が残存している可能性もある。このような場合には、前記分解ガスを活性炭等からなるフィルターに通した後に前記排気口から排気すれば、炭化水素、金属や前記有害物質等がフィルターにより吸着されるので、廃棄物用熱分解装置1の外部に排出されることはほとんどない。また、前記分解ガスを再度約3000℃に加熱して、炭化水素や前記有害物質を完全に分解させてもよい。

【0053】約3000℃という高温のため、粉末、固体、液体状のPCBをはじめとして、高沸点の金属や炭素を除くほとんどすべての廃棄物を熱分解処理することが可能である（残った高沸点の金属や炭素は再利用可能である）。その際には、残渣はほとんど残ることはない。したがって、生ゴミ、樹脂等の一般廃棄物は勿論のこと、ビンのようなガラス製品やカンのような金属製品等の不燃性廃棄物、産業廃棄物、医療廃棄物、シュレッダーダスト等の種々の廃棄物を熱分解処理することが可能である。なお、炭素等の残渣が残った場合には、該残渣は発熱体用素子16の間を通して発熱体15の下方に落ち、残渣蓄積室24内に蓄積される。

【0054】ビンのようなガラス製品は砕くことにより発熱体用素子16と同程度の大きさとする、発熱体用素子16と接触しやすくなり、熱分解する速度が向上する。また、定形性のないものについては、圧縮等の方法により、一旦固形物化してから粉砕すると、同様に熱分解する速度が向上する。なお、前記放電により熱と共に光も発生する。この光は、前記有害物質の熱分解において、その分解反応を促進する効果があると考えられる。特に、ダイオキシンの熱分解においては、その効果が高いと考えられる。

【0055】さらに、廃棄物を加熱している際には発熱体用素子16は、円板20の回転により、その場で回転したり、近接する他の発熱体用素子16と位置が入れ替わったりしている。発熱体用素子16がこのように運動すると、発熱体用素子16同志の接触が数多く生じることとなるので、放電が良好となり、より効率良く廃棄物の熱分解を行うことができる。また、廃棄物と発熱体用素子16との接触も数多く生じることとなるので、廃棄物の熱分解の効率がより良好となる。さらに、廃棄物が焼却灰のような粉体であった場合には、発熱体用素子16の運動により粉体が発熱体用素子16の間に拡散するので、より効率良く粉体の熱分解が行われるし、また、粉体が発熱体用素子16の間に目詰まりすることもない。

い。

【0056】円板20の回転速度は、発熱体15や発熱体用素子16の大きさ等の条件によっても異なるが、5～20rpm程度が好ましい。なお、本実施形態においては、素子回転手段及び素子移動手段を設けた例を説明したが、発熱体用素子16をその場で細かく震動させる素子振動手段を設けても、上記と同様の効果が得られる。

【0057】また、上記の熱分解処理装置1は加熱室10内に破碎装置23を備えていたが、図3に示すように、加熱室10外に破碎装置23を備えて、加熱室10と破碎装置23とを導入管25で連結した構成としてもよい。外部の破碎装置23で細かく破碎された廃棄物は、導入管25を通して加熱室10内に導入され、ロート状の廃棄物導入装置26に蓄積される。そして、廃棄物導入装置26の下端に設けられた投入口26aから、投入量が調節されつつ、廃棄物が発熱体15上に投入される。

【0058】〔第二実施形態〕図4に示す第二実施形態の廃棄物用熱分解装置2は、廃棄物を熱分解処理する部分と、廃棄物を熱分解処理した際に生じる分解ガスを無害化処理する部分と、を一体化した装置である。なお、第一実施形態の廃棄物用熱分解装置1と同様の部分の説明は省略し異なる部分のみ説明する。また、図4においては、図1と同一又は相当する部分には、図1と同一の符号を付してある。

【0059】廃棄物用熱分解装置2は、被加熱物である廃棄物が加熱される加熱室10と、廃棄物を加熱室10内に導入する導入口31、31と、廃棄物が加熱されることにより生成した分解ガスを加熱室10外に導出する排気管32と、を備えている。導入口31、31は扉により開閉可能で、閉時には加熱室10内の気密性が保たれるようになっている。

【0060】廃棄物用熱分解装置2の壁体11は、図4のように2層構造となっていて、耐火コンクリート、耐熱セラミックス等からなる内層11aと、鉄板等からなる外層11bとで構成されている。なお、壁体11は2層構造に限らず、単層又は3層以上としてもよい。加熱室10の下部には、廃棄物を加熱するための発熱部が配設され、該発熱部の下方には、発熱体15を載置して回転する回転装置が配置されている。これらの発熱部及び回転装置の構成は、廃棄物用熱分解装置1の場合と全く同様であるので、その説明は省略する。

【0061】次に、このような廃棄物用熱分解装置2を使用して、廃棄物を熱分解処理する方法を説明する。まず、導入口31の扉を開けて図示しない廃棄物を投入し、発熱体15の上に載置する。その際には、必要に応じて、第一実施形態において説明したように破碎装置を用いて廃棄物を細かく破碎してもよい。

【0062】次に、真空ポンプを稼働させて、加熱室1

0内を減圧し真空状態（例えば、 $6.7 \times 10^{-2}$  Pa程度の高真空としてもよいし、0.02～0.06 MPa程度の低真空としてもよい）とする。したがって、加熱室10内に充填されている発熱体用素子16も、真空状態下に置かれることとなる。炭素棒14、14に接続された電源により、カーボン電極13、13に約200V（電流は300～400A）の電圧を印加すると、発熱体用素子16の間に放電が生じ、該放電は発熱体15全体において行われるようになる。そして、発熱体用素子16の周辺は約3000℃の高温に安定する。

【0063】続いて、前記回転装置を回転駆動させる。そうすると、発熱体用素子16がその場で回転したり移動したりすることにより、発熱体用素子16同士の接触が数多く生じることとなるので、放電が良好となり、より効率良く廃棄物の熱分解を行うことができる。また、廃棄物と発熱体用素子16との接触も数多く生じることとなるので、廃棄物の熱分解の効率がより良好となる。さらに、廃棄物が焼却灰のような粉体であった場合には、発熱体用素子16の運動により粉体が発熱体用素子16の間に拡散するので、より効率良く粉体の熱分解が行われるし、また、粉体が発熱体用素子16の間に目詰まりすることもない。

【0064】なお、炭素等の残渣が残った場合には、該残渣は発熱体用素子16の間を通して発熱体15の下方に落ち、残渣蓄積室24内に蓄積される。そして、残渣蓄積室24内の残渣は取出口34から取り出すことができる。さらに、廃棄物用熱分解装置2は、排気管32により加熱室10と連通する分解ガス処理部を備えていて（図4においては加熱室10の左側の部分）、前記分解ガスがこの分解ガス処理部で無害化処理されるようになっている。よって、分解ガスに有害物質等が含まれていたとしても、廃棄物用熱分解装置2の外部に排出されることはない。

【0065】この分解ガス処理部は、耐火コンクリート、耐熱セラミックス等からなる隔壁41によって仕切られた複数の小部屋を有している。各隔壁41のほぼ全面には、隔壁41を貫通して複数の孔42が設けられていて、この孔42により隣接する小部屋同士が連通している。すなわち、分解ガス処理部は、複数の隔壁41によって上下に複数（図4の例では6つ）の小部屋40a、40b、40c、40d、40e、40fに分けられている。そして、最下方の小部屋40aが排気管32により加熱室10と連通しており、最上方の小部屋40f内には真空ポンプ46が備えられている。この真空ポンプ46によって、加熱室10内及び分解ガス処理部内を真空状態とすることができるようになっている。なお、真空ポンプ46の代わりに、前述と同様の不活性ガス供給装置を備えていてもよく、又は、真空ポンプ46と不活性ガス供給装置との両方を備えていてもよい。さらに、第一実施形態と同様に、真空計や酸素濃度計を加

熱室10又は分解ガス処理部に設けてもよい。

【0066】そして、小部屋40b、40cは、前記分解ガスを約3000℃の高温に加熱して無害化処理する分解ガス加熱室とされている。すなわち、小部屋40b、40c内には発熱体用素子16と同一の構成の第二発熱体用素子44が多数充填されており、第二発熱体を構成している。よって、該分解ガス加熱室に導入された前記生成ガスは約3000℃の高温に加熱されるから、有害物質等が含まれていた場合でも熱分解されて無害化される。

【0067】なお、第二発熱体用素子44が充填されている小部屋40b、40cの両側面には、一对の第二電極を構成する2枚の板状のカーボン電極（図示せず）が配設されており、第二発熱体用素子44が前記カーボン電極の間に介装された構成となっている。該カーボン電極には炭素棒（図示せず）が取り付けられ、該炭素棒は外壁11を貫通して廃棄物用熱分解装置2の外部に突出している。そして、外部に突出している炭素棒の端部が、図示しない電源と接続されている。この第二電極は、発熱体15の電極と同様に、一对ではなく二対以上

設けてもよく、また、3枚のカーボン電極で構成される電極としてもよい。

【0068】そして、小部屋40eには、活性炭、消石灰、炭素繊維、アルミナ金属クロム、シリカゲル等のうちの少なくとも1種からなるフィルター45が充填されている。よって、排ガス加熱室を通過した生成ガスに未分解の有害物質や高沸点の金属等が残存していた場合でも、これらはフィルター45に吸着されるから、廃棄物用熱分解装置2の外部に排出されることはない。

【0069】このような構成から、廃棄物が熱分解されて生成した分解ガスは、加熱室10から排気管32を通過して分解ガス加熱室（小部屋40b、40c）に導入される。そして、加熱処理された後にフィルター45を通過して小部屋40fに至り、真空ポンプ46によって排気管47から外部に排出される。なお、孔42の大きさ、形状は、第二発熱体用素子44が通過しないものであれば、特に限定されるものではない。第二発熱体用素子44が球形の場合には、三角形が好ましく採用される。また、孔42の形状を、水平方向又は垂直方向に延びたスリット状としてもよい。例えば、孔42の開いた隔壁41を使用する代わりに、セラミック製の柱状物を平行に並べることにより、スリット状の孔を形成することができる。このようなスリット状の孔は、孔の開口部分の面積を大きくできるので、分解ガスの流量が多い場合等には好ましい。

【0070】〔第三実施形態〕次に、本発明に係る加熱装置の一実施形態である黒鉛製造装置について説明する。なお、この黒鉛製造装置の構成は、破碎装置23と導入管25を備えていないことを除いては、図3の廃棄物用熱分解装置1とほぼ同様であるので、異なる部分の

み図3を用いて説明し、同様の部分の説明は省略する。

【0071】黒鉛製造装置は、被加熱物である炭素粉が加熱される加熱室10と、炭素粉を加熱室10内に導入する図示しない導入口と、炭素粉が加熱されることにより生成したガスを加熱室10外に導出する図示しない排気口と、を備えている。前記導入口は扉により開閉可能で、閉時には加熱室10内の気密性が保たれるようになっている。

【0072】加熱室10の下部には、炭素粉を加熱するための発熱部が配設され、該発熱部の下方には、発熱体15を載置して回転する回転装置が配置されている。これらの発熱部及び回転装置の構成は、廃棄物用熱分解装置1の場合と全く同様であるので、その説明は省略する。次に、このような黒鉛製造装置を使用して、炭素粉から高黒鉛化度の黒鉛を製造する方法を説明する。

【0073】まず、前記導入口の扉を開けて図示しない炭素粉を投入し、発熱体15の上に載置する。その際には、廃棄物用熱分解装置1の廃棄物導入装置26の場合と同様にして、粉体導入装置26を用いて炭素粉の投入量を調節しつつ、炭素粉を発熱体15上に投入するとよい。炭素粉の投入量を調節する方法は特に限定されるものではないが、例えば、複数の小穴を有する2枚の円板を上下に重ねて、各円板を逆方向に回転させる方法があげられる。

【0074】この方法によれば、上側の円板の上に炭素粉を置いた上、各円板を逆方向に回転させると、上下の円板の小穴の位置が一致したときに、炭素粉が小穴を通過して円板の下方の発熱体15の上に落下することとなる。そして、発熱体15全体にまんべんなく炭素粉を供給することができる。なお、小穴の大きさ及び数、円板の回転速度等を調節することにより、粉体の投入量を容易に調節することができる。

【0075】次に、真空ポンプを稼働させて、加熱室10内を減圧し真空状態（例えば、 $6.7 \times 10^{-2}$  Pa程度の高真空としてもよいし、0.02～0.06 MPa程度の低真空としてもよい）とする。したがって、加熱室10内に充填されている発熱体用素子16も、真空状態下に置かれることとなる。炭素棒14、14に接続された電源により、カーボン電極13、13に約200V（電流は300～400A）の電圧を印加すると、発熱体用素子16の間に放電が生じ、該放電は発熱体15全体において行われるようになる。そして、発熱体用素子16の周辺は約3000℃の高温に安定する。

【0076】続いて、前記回転装置を回転駆動させる。そうすると、発熱体用素子16がその場で回転したり移動したりすることにより、炭素粉が発熱体用素子16の間に拡散するので、炭素粉を極めて効率良く加熱することができる。その結果、炭素粉が含有していた不純物が気化又は熱分解されてガス（以降は生成ガスと記す）となるとともに、炭素同士の共有二重結合の生成が促進さ

れて、炭素粉から高黒鉛化度の黒鉛が生成する。高温の黒鉛化反応により黒鉛の微細結晶の3次元構造が発達するので、純度の高い黒鉛が製造できる。

【0077】なお、炭素を単独又は金属とともに加熱室10内に入れ高温に加熱すると、炭素単独又は炭素と金属の蒸気が発生する。ここにアルゴン等の希ガスを導入し両分子を衝突させることによって冷却し過飽和状態とすると、種々のフラーレン、カーボンナノチューブ、グラファイトウィスカー、金属-炭素多面体等を製造することができる。

【0078】また、金属固体触媒の存在下で、アセチレン、ベンゼン等の炭素を有する化合物を高温で熱分解することにより、一定の繊維長を有する炭素繊維を製造することができる。さらに、この炭素繊維を不活性ガス中で放電によりさらに成長させることにより、グラファイトウィスカーを製造することができる。

【0079】高黒鉛化度とされた黒鉛粉(種々のフラーレン、カーボンナノチューブ、グラファイトウィスカー、金属-炭素多面体等を含有している場合もある)は、発熱体用素子16の間を通過して発熱体15の下方に落ち、生成物蓄積室24内に蓄積される。そして、生成物蓄積室24内の黒鉛粉は取出口34から取り出すことができる。

【0080】また、場合によっては、加熱室10の内壁や、発熱体15の上方のフランジに所望により取り付けした黒鉛粉採取部材に黒鉛粉が付着するので、付着した黒鉛粉を採取するとよい。黒鉛粉を付着させるための黒鉛粉採取部材を前記のように加熱室10内のフランジに取り付けられ、黒鉛粉が付着した状態で黒鉛粉採取部材を加熱室10から取り出すことにより、容易に黒鉛粉を採取することができるので、好ましい。

【0081】このように、黒鉛製造装置によれば、粉体を極めて効率良く加熱することができるので、上記のように高黒鉛化度の黒鉛粉を製造することができるし、同様に高黒鉛化度のカーボンブラックも製造することができる。また、純度の低い物質から不純物を気化又は分解させて、高純度の物質を製造することもできる。なお、前記生成ガスは、第二実施形態において説明したようなガスを無害化处理する装置に導入して無害化处理したり、フィルターに導入して吸着させたりすることが好ましい。そうすれば、前記生成ガスに有害物質等が含まれていたとしても、黒鉛製造装置の外部に排出されることがない。

【0082】なお、上記の第一〜第三実施形態は本発明の一例を示したものであって、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、本発明の加熱装置は、廃棄物用熱分解装置や黒鉛製造装置に限らず、種々の装置に適用することができる。具体例としては、金属等を熱処理又は融解する装置、焼結装置や焼成装置、殺菌・消毒装置、高温反応による物質の合成や分解を行う

装置等である。

【0083】次に、前述の発熱体用素子16の構成及び製造方法について説明する。

(発熱体用素子の製造例1)炭素を主成分とする素材からなる発熱体用素子を製造する方法の一例を、以下に詳細に説明する。フェノール系樹脂55重量部と、0.1〜0.5mmの長さのアクリル繊維45重量部とを混合する。なお、フェノール系樹脂の代わりに、ポリビニルベンゼン樹脂を用いてもよい。

10 【0084】また、アクリル繊維の代わりに、動植物繊維や、アクリル繊維と動植物繊維との混合物を用いてもよい。このようなアクリル繊維等の繊維は、発熱体用素子の製造工程において炭化し、発熱体用素子の内部で炭素繊維となる。さらに、アクリル繊維の代わりに、酸化物系繊維、炭化物系繊維、窒化物系繊維、及びホウ素系繊維のうち少なくとも1種を用いてもよい。

【0085】フェノール系樹脂とアクリル繊維との混合物を金型に充填し、これにフェノール系樹脂が硬化するのに十分な熱と圧力とをかけて、球形(例えば、直径33mm)に成形する。なお、成形物の形状は、半球形、直方体、円柱形等の形状でもよい。半球形の場合は、この段階で2つの半球形の成形物を一体化し球形としておく。また、この成形物は、所望の成分を注入するための穴や凹部等を有していてもよい。

【0086】そして、該成形物を不活性ガス中、250〜300℃で耐炭化处理を施し、さらに1000〜1500℃で炭化する。次いで、2000〜3000℃で黒鉛化し、さらに、サイジング処理(表面処理)を施す。炭化及び黒鉛化の工程においては、熱間静水圧圧縮成形(HIP)で30MPa以上の圧力を等方的にかけながら、不活性ガス中で焼成を繰り返すことによって、黒鉛を高密度化する。なお、HIPは、球形にも等方的に圧力をかけることができる方法である。

【0087】一般の黒鉛や炭素類の表面及び内部には多数の細孔が存在し、細孔部分の表面積は全表面積の25%程度であることが通常である。しかし、前記のような操作によって、該黒鉛の表面及び内部に存在する細孔の表面積を、全表面積の10%以下にまで、場合によっては5%以下にまで低減することができる。フィラーとしてフェノール系樹脂を使用すると、細孔が比較的小さい黒鉛が得られるが、前記のような圧力を加えながらの焼成によって、より精度よく不浸透性黒鉛を得ることができる。このような、不浸透性黒鉛は、広い実用温度範囲にわたって、ほとんどの化学薬品に対して耐食性を有する。また、一般の耐食性材料と比較して、極めて高い熱伝導性を有している。さらに、熱安定性に優れており、急激な温度変化にも悪影響を受けにくい。

【0088】なお、フェノール系樹脂の添加量は10〜60重量部の範囲が好ましい。フェノール系樹脂が60重量部を超えると、得られた不浸透性黒鉛の比重が軽く

なってしまう、また、内部に気泡が入りやすくなったり未硬化部分（ゲル状部分）が残存しやすくなったりする。さらに、炭化工程及び黒鉛化工程において、圧力を等方的にかけにくくなる。また、10重量部未満であると、フェノール系樹脂とアクリル繊維とを一体化して、成形物とすることが困難になる。

【0089】上記のような問題点がより確実に発生しないようにするためには、フェノール系樹脂の添加量は、20～55重量部とすることが、より好ましい。ただし、耐熱衝撃性を考慮すると、フェノール系樹脂はアクリル繊維を固めるのに必要な量で十分であり、より少量の方が好ましい。このような操作を施すことにより、不浸透性黒鉛からなる球形（例えば、直径30mm）の発熱体用素子が得られる。直方体、円柱形等の形状の場合には研磨等により球形に成形し、発熱体用素子とする。

【0090】この発熱体用素子は不浸透性黒鉛で構成されているため、ゴムと同程度か、それ以下の吸着性しか\*

\*有していない。なおかつ、強度は通常の黒鉛の2～3倍、ショア硬度は65以上（本製造例の場合は68）、密度は1.87g/cm<sup>3</sup>以上（繊維の混合の割合で調節することが可能）を得ることができる。なお、引張強度は16.7MPa、曲げ強度は35.3MPa、圧縮強度は98.0MPa、弾性率は12700MPa以上、熱膨張係数は3.0×10<sup>-6</sup>/℃、熱伝導度は151W/m・℃、耐熱温度は3000℃である。

【0091】また、化学的性質については、濃硫酸、硝酸等の強酸性の薬品や、水酸化ナトリウム水溶液等の強アルカリ性の薬品等に対して優れた耐食性を示す。ただし、フェノール系樹脂を原料とした場合は、耐アルカリ性が若干劣る場合がある。耐食性試験の結果を表1～3にまとめて示す。なお、各表中の濃度の項の「全」は、「全ての濃度」を意味する。

【0092】

【表1】

化学薬品名	濃度 (質量%)	温度 (℃)	耐食性 <sup>1)</sup>
〔酸〕			
塩酸	全	沸点	A
硝酸	10～40	60	B
フッ化水素酸	48	沸点	A
フッ化水素酸	48～60	90	A
硫酸	25～75	130	A
リン酸	85	沸点	A
リン酸	96	100	A
クロム酸	10	93	B
酢酸	全	沸点	A
シュウ酸	全	沸点	A
亜硫酸（亜硫酸ガス飽和）	—	室温	A
塩酸（塩素ガス飽和）	20	沸点	A
フッ化水素酸+硝酸	5+15	93	A

1) A：まったく浸食されない

B：ほとんど浸食されない

【0093】

※ ※【表2】

化学薬品名	濃度 (質量%)	温度 (℃)	耐食性 <sup>1)</sup>
-------	-------------	-----------	-------------------

## 【アルカリ】

レーヨン紡糸液	—	沸点	A
苛性ソーダ水溶液	67	沸点	A
苛性ソーダ水溶液	67~80	125	A

## 【塩類水溶液】

塩化亜鉛	全	沸点	A
塩化鉄	全	100	A
塩化ナトリウム	全	沸点	A
次亜塩素酸ナトリウム	5	室温	A
過硫酸アンモニウム	全	18	A
硫酸銅	全	沸点	A

## 【ハロゲン】

塩素	100	170	A
塩素水	飽和	室温	A

1) A: まったく浸食されない

B: ほとんど浸食されない

【0094】

\* \* 【表3】

化学薬品名	濃度 (質量%)	温度 (℃)	耐食性 <sup>1)</sup>
〔有機化合物〕			
アセトン	100	沸点	A
エチルアルコール	95	沸点	A
四塩化炭素	100	沸点	A
四塩化エタン	100	沸点	A
クロロホルム	100	沸点	A
ケロシン	100	沸点	A
ダウサーム <sup>2)</sup>	100	170	A
ベンゼン	100	沸点	A
ベンゼン (塩素飽和)	100	60	A
ベンジルククロライド	100	170	A
メチルアルコール	100	沸点	A
モノクロルベンゼン	100	沸点	A

1) A:まったく浸食されない

B:ほとんど浸食されない

2) ダウケミカル社製の熱媒体

【0095】この発熱体用素子は上記のような不浸透性黒鉛からなるので、以下のような優れた特性を有する。

- (1) 前記有害物質等の化学物質により劣化しにくい。
- (2) 雰囲気中の酸素や前記廃棄物等が分解して生成した酸素と反応しにくいので劣化しにくく、また、一酸化炭素や二酸化炭素を発生することがほとんどない。
- (3) 強度が高いため、摩耗が少なく耐久性に優れる。
- (4) 細孔が少ないため、前記有害物質等を吸着しにくい。また、気体等をほとんど吸着していないので、高温下で吸着ガスを発することが極めて少ない。
- (5) 電気及び熱の伝導性に優れている。
- (6) 温度の急激な変化による衝撃に強い。

【0096】本製造例の発熱体用素子は、空気中でも問題なく使用可能であるが、真空状態や無酸素状態において使用すれば、発熱体用素子が酸化劣化しにくいので使用条件としては好ましい。

(発熱体用素子の製造例2) 使用する原料以外は製造例1と全く同様であるので、同様の部分の説明は省略し、相違点のみ説明する。

【0097】製造例1におけるアクリル繊維の代わりにグラファイト粉末(固定炭素99.5%, 平均粒径4μmのもの)を使用したこと以外は、製造例1と全く同様にして、発熱体用素子を製造した。なお、グラファイト粉末は、カーボンブラック粉、コークス、備長炭等の木

\*炭の微粉、又はこれらのうちの2種以上の混合物でもよい。

【0098】こうして得られた発熱体用素子は、製造例1の発熱体用素子と同様の優れた特性を有していた。(発熱体用素子の製造例3) 使用する原料以外は製造例1と全く同様であるので、同様の部分の説明は省略し、相違点のみ説明する。

【0099】まず、フェノール系樹脂55重量部と、グラファイト粉末(固定炭素99.5%, 平均粒径4μmのもの)40重量部と、炭素繊維5重量部とを混合する。なお、フェノール系樹脂の代わりに、ポリジビニルベンゼン樹脂を用いてもよい。また、グラファイト粉末は、カーボンブラック粉、コークス、備長炭等の木炭の微粉、アクリル繊維、動植物繊維、又はこれらのうちの2種以上の混合物でもよい。さらに、炭素繊維の代わりに、酸化物系繊維、炭化物系繊維、窒化物系繊維、及びホウ素系繊維のうち少なくとも1種を用いてもよい。

【0100】そして、フェノール系樹脂、グラファイト粉末、炭素繊維の混合物に製造例1と同様の操作を施して、高密度で細孔が少ない不浸透性黒鉛からなる球形の発熱体用素子を製造した。こうして得られた発熱体用素子は、製造例1の発熱体用素子と同様の優れた特性を有することに加えて、炭素繊維の添加により強度がより優れている。

【0101】なお、フェノール系樹脂の添加量は10～60重量部、グラファイト粉末は30～89重量部、炭素繊維は1～10重量部であることが好ましく、この範囲内の組成で様々な特性の発熱体用素子を製造することが可能である。フェノール系樹脂が60重量部を超えると、製造例1において前記した不都合が生じる場合がある。また、10重量部未満であると、フェノール系樹脂とグラファイト粉末とを一体化して、成形物とすることが困難になる。上記のような問題点がより確実に発生しないようにするためには、フェノール系樹脂の添加量

は、20～55重量部とすることが、より好ましい。ただし、フェノール系樹脂はグラファイト粉末を固めるのに必要な量で十分であり、耐熱衝撃性を考慮すると、より少量の方が好ましい。

【0102】また、炭素繊維の添加量が1重量部未満であると、強度を向上させる効果が小さく、10重量部を超えると、得られた発熱体用素子にクラックが生じやすくなる傾向がある。強度とクラックの生じ難さとのバランスから、炭素繊維の添加量は3～7重量部とすることが、より好ましい。

(発熱体用素子の製造例4)使用する原料以外は製造例1と全く同様であるので、同様の部分の説明は省略し、相違点のみ説明する。

【0103】まず、フェノール系樹脂55重量部と、グラファイト粉末(固定炭素99.5%, 平均粒径4 $\mu$ mのもの)40重量部と、タングステン粉末(平均粒径1.0 $\mu$ m程度、嵩比重(無荷重)4.22, 純度99.9%以上)5重量部とを混合する。なお、フェノール系樹脂の代わりに、ポリジビニルベンゼン樹脂を用いてもよい。また、グラファイト粉末は、カーボンブラック粉、コークス、備長炭等の木炭の微粉、アクリル繊維、動植物繊維、又はこれらのうちの2種以上の混合物でもよい。さらに、タングステン粉末は、チタン粉末(平均粒径1.0 $\mu$ m程度、嵩比重(無荷重)1.5～2.0, 純度99.9%以上)、又は、前記タングステン粉末と前記チタン粉末との混合物でもよい。

【0104】そして、フェノール系樹脂、グラファイト粉末、タングステン粉末の混合物に製造例1と同様の操作を施して、高密度で細孔が少ない不浸透性黒鉛からなる球形の発熱体用素子を製造した。ただし、製造例1の場合とは異なり、本製造例の発熱体用素子はタングステンを含有しており、また、黒鉛化の最終工程には不活性ガス中、約3000℃での熱処理工程を有している。

【0105】タングステンは約3000℃での熱処理により一炭化二タングステン( $W_2C$ 、式量379.71、密度17.2g/cm<sup>3</sup>、モース硬度9、電気抵抗率81 $\mu\Omega$ /cm(25℃))となっており、また、チタンが含有される場合には炭化チタン( $TiC$ 、式量59.90、融点3140 $\pm$ 90℃、沸点4300℃、密度4.94g/cm<sup>3</sup>、電気抵抗率193 $\mu\Omega$ /cm

(室温))となっている。なお、一炭化二タングステンは2400℃以上で加熱された場合は、その結晶形は安定な $\beta$ 型となる。

【0106】チタンは、融点が1675℃、沸点が3262℃、密度が4.54g/cm<sup>3</sup>であるが、炭化チタンとなることによって、融点及び沸点が大幅に上昇し、密度も高密度となる。なお、タングステンの融点は3387℃、沸点は5962℃である。このような一炭化二タングステン及び炭化チタンの少なくとも一方を含有する不浸透性黒鉛からなる発熱体用素子は、製造例1の項に前記した(1)～(6)のような特徴を有することに加えて、製造例1の一炭化二タングステン及び炭化チタンを含有しないものと比較して、耐食性、機械的強度(硬度が高く、弾性率は310000～440000MPaである)、耐熱性(3000℃以上に耐える)がさらに優れている。また、電気通電性に優れ(電気抵抗率は70 $\mu\Omega$ /cm以下である。本製造例の場合は10 $\mu\Omega$ /cmである。)、放電の効率が良好である。

【0107】なお、前述の不活性ガス中における約3000℃での熱処理は、下記のような利点がある。

(a)熱処理後に、発熱体用素子に光輝熱処理(発熱体用素子の表面を光沢を有する状態にする処理)等の仕上げ処理や仕上げ加工を施す必要がない。

(b)使用時に発熱体用素子の変形が小さい。

【0108】(c)無公害である。なお、フェノール系樹脂の添加量は10～60重量部、グラファイト粉末は20～89重量部、タングステン粉末は1～20重量部であることが好ましい。フェノール系樹脂が上記の範囲を外れると、製造例3において前記したような不都合が生じる場合がある。なお、タングステン粉末を10重量部を超えて添加した場合には、フェノール系樹脂、グラファイト粉末、及びタングステン粉末を一体化して成形物とするために、フェノール系樹脂の添加量は20～60重量部とすることが好ましい。

【0109】また、タングステン粉末の添加量が1重量部未満であると、機械物性、耐食性、耐熱性を向上させる効果が小さい。20重量部を超えると、逆に前記機械物性が低下する方向となって、発熱体用素子にクラックが生じやすくなる傾向となり、また、発熱体用素子の加工性が低下する傾向となる等の不都合が生じる場合がある。機械物性、耐食性、耐熱性を十分に向上させ、且つ前記のクラックや加工性の問題が確実に生じないようにするためには、タングステン粉末の添加量は、5～10重量部とすることが、より好ましい。

【0110】ただし、上記のクラックや加工性の問題は、発熱体用素子が2つの半球形を一体化し球形としたものである場合に発生しやすく、初めから原料を球形に成形したものである場合は発生しにくい。したがって、穴や凹部等を有する球形を原料から成形し、タングステン粉末をその穴や凹部等から注入して発熱体用素子を製



造すれば、タングステン粉末の添加量を10重量部超過としても、上記のような問題点が発生する可能性が低い。よって、タングステン粉末の添加量が10重量部超過20重量部以下である場合には、上記のような方法を採用することが望ましい。

【0111】(発熱体用素子の製造例5) グラファイト粉末をフェノール系樹脂よりも多量に使用した場合の例を説明する。このようにフェノール系樹脂をバインダーとして使用すると、硬度が向上するという利点がある。使用する原料以外は製造例1と全く同様であるので、同様の部分の説明は省略し、相違点のみ説明する。

【0112】まず、フェノール系樹脂20重量部と、グラファイト粉末(固定炭素99.5%, 平均粒径4 $\mu$ mのもの)70重量部と、タングステン粉末(平均粒径1.0 $\mu$ m程度、純度99.9%以上)10重量部とを混合する。なお、フェノール系樹脂の代わりに、ポリジビニルベンゼン樹脂を用いてもよい。また、グラファイト粉末は、カーボンブラック粉、コークス、備長炭等の木炭の微粉、アクリル繊維、動植物繊維、又はこれらのうちの2種以上の混合物でもよい。さらに、タングステン粉末は、チタン粉末、又は前記タングステン粉末と前記チタン粉末との混合物でもよい。

【0113】そして、フェノール系樹脂、グラファイト粉末、及びタングステン粉末の混合物に製造例4と同様の操作を施して、高密度で細孔が少ない不浸透性黒鉛からなる球形の発熱体用素子を製造した。このようにして得られた発熱体用素子は、製造例4の発熱体用素子と同様の優れた特性を有して、その比重は1.5~1.8であった。ただし、比重9.0g/cm<sup>3</sup>のタングステン粉末(98MPaの圧力によりプレスしたもの)を使用すると、発熱体用素子の比重は2.66~2.7となる。発熱体用素子に不浸透性を保持させるため、及び、圧力をかけて高密度化するためには、比重9.0g/cm<sup>3</sup>のタングステン粉末を使用することはより好ましい。

【0114】(発熱体用素子の製造例6) 使用する原料以外は製造例1とほぼ同様であるので、同様の部分の説明は省略し、相違点のみ説明する。まず、フェノール系樹脂20重量部と、ジルコニウム粉末10~20重量部と、グラファイト粉末(固定炭素99.5%, 平均粒径4 $\mu$ mのもの)60~70重量部と、を混合する。なお、フェノール系樹脂の代わりに、ポリジビニルベンゼン樹脂を用いてもよい。また、グラファイト粉末は、カーボンブラック粉、コークス、備長炭等の木炭の微粉、アクリル繊維、動植物繊維、又はこれらのうちの2種以上の混合物でもよい。

【0115】そして、フェノール系樹脂、グラファイト粉末、ジルコニウム粉末の混合物を、まず250~300℃に加熱してフェノール系樹脂を硬化させ、次に1900℃(ジルコニウムの融点1857℃以上)でHIP

焼成して、炭素とジルコニウムとを反応させ炭化ジルコニウムZrC(融点3540℃、沸点5100℃、モース硬度8~9以上)とし、高密度で細孔の少ない炭素材とした。そして、さらに3000℃でHIP焼成して、不浸透性黒鉛からなる球形の発熱体用素子を製造した。

【0116】なお、添加した金属がジルコニウムの場合はその融点が1857℃であるので、その融点以上の1900℃でHIP焼成したが、後述のような他の金属の場合には炭素と反応させて金属炭化物とするため、その金属の融点以上の温度でHIP焼成することが好ましい。こうして得られた発熱体用素子は、製造例1の発熱体用素子と同様の優れた特性を有することに加えて、ジルコニウム粉末の添加により発熱体用素子の耐熱性がより優れている。

【0117】なお、ジルコニウム粉末の添加量が10重量部未満であると、耐熱性の大きな向上が期待できず、また、20重量部を超えると、製造例4、5と同様にクラックが生じやすくなるという問題がある。また、ジルコニウム粉末をニオブ粉末(Nb)、ホウ素粉末(B)、タンタル粉末(Ta)、又はモリブデン粉末(Mo)としてもよいし、これらのうち2種以上を混合して用いてもよい。また、ハフニウム、バナジウム、ケイ素、ランタノイド等の元素や、窒化アルミニウム、ホウ化チタン、希土類元素のホウ化物、希土類複酸化物ガーネット等を添加してもよい。さらに、これらにタングステン粉末及びチタン粉末の少なくとも一方を添加してもよい。それぞれの添加量は10~20重量部とし、これら金属成分は合計40重量部を超えないものとする。なお、グラファイト粉末(カーボンブラック粉末)は40重量部以上とし、バインダーであるフェノール系樹脂は20重量部程度が好ましい。

【0118】なお、ジルコニウム粉末とニオブ粉末とを併せて使用した場合は、これらが高温で反応し、その反応生成物は超電導性を有する。また、ニオブはグラファイト粉末(カーボンブラック粉末)と反応して炭化ニオブとなり、発熱体用素子の耐熱性、硬度、及び導電性を向上させる効果がある。また、これまで説明してきた各製造例においては、原料を金型に入れて加熱、加圧し球形に成形した例を説明したが、原料をカプセルに入れて加熱、加圧し棒状に成形した後に、切削加工して球形としてもよい。その際には、原料をカプセルに入れた後、カプセル内を真空中に脱気し加熱してフェノール系樹脂を硬化させる。そして、温度を1900℃以上に上げ、49~294MPaの圧力でHIP焼成し、さらに3000℃でHIP焼成する。

【0119】なお、3000℃でのHIP焼成を行う前の段階でも、非常に高密度化された炭素材(炭素の理論密度の90.0%以上の密度を有する炭素材)となっているので、この棒状の炭素材を研削加工して球形とすれば、細孔の少ない発熱体用素子として好適に使用するこ

とができる。金型を用いた方法の場合は、球形への成形工程及びHIP焼成工程の全く異なる2つの工程を行う必要があるが、このようなカプセルを用いた方法であれば、HIP焼成工程の1工程のみでよいので、経済的である。

【0120】なお、カプセルの材質としては、高温下で原料と反応を起こさないようなものであれば特に限定されないが、通常、ステンレス鋼、アルミニウム、鉄等があげられる。

(発熱体用素子の製造例7) 次に、バインダーとしてピッチ(石油ピッチ、コールタールピッチ、松根ピッチ等)を用いた例を説明する。

【0121】グラファイト粉末(カーボンブラック粉末でもよい)、ピッチ、金属粉末、及び少量の(最小限の)溶剤を混合し、ステンレス鋼、アルミニウム、鉄等からなる円柱形のカプセルに装入する(装入量はカプセル容量の80vol%程度)。該カプセル内を脱気し真空として1000℃で焼成後、49~294MPaの圧力下1900℃以上で焼成し、炭化させる。そして、さらに3000℃で黒鉛化し、球形に加工して、高密度で細孔の少ない不透性黒鉛からなる発熱体用素子を製造した。

【0122】なお、グラファイト粉末は40重量部以上である。そして、金属粉末はタングステン粉末、チタン粉末、ジルコニウム粉末、ニオブ粉末、ホウ素粉末、タンタル粉末、及びモリブデン粉末から選ばれた1種以上であり、合計10~20重量部である。また、3000℃での黒鉛化を行う前の段階でも、非常に高密度化された炭素材となっているので、これを研削加工して球形とすれば、細孔の少ない発熱体用素子として好適に使用することができる。

【0123】(発熱体用素子の製造例8) 上記の製造例1~6においては、加圧及び焼成の工程は不活性ガス中で行ったが、この不活性ガスを窒素とすれば、チタンやニオブ等の添加した金属成分等が窒化するため、発熱体用素子の強度、硬度、及び放電に対する耐性をさらに高めることが可能である。

【0124】また、製造例1~7において製造された発熱体用素子を、窒素雰囲気下1900~2000℃で再度焼成、焼結することによっても、同様の効果を得ることができる。

(発熱体用素子の製造例9) 発熱体用素子は、製造例1~8に示した炭素材の他、導電性を有するセラミックス、導電性を有する複合材、合金、超硬合金、及びアモルファス金属から選ばれた1種を主成分とする素材で構成してもよい。以下にその製造例を示す。

【0125】まず、導電性を有するセラミックスの場合と導電性を有する複合材の場合について説明する。粉末状のセラミックス又は複合材の材料と添加剤とを混合し、この混合物をステンレス鋼、鉄等の金属製の球形の

容器に装入し、脱気する。そして、200~300MPaで加圧して、HIP焼成する。このときの温度は、前記混合物の組成によっても異なるが、1100~1400℃程度である。空冷の後、必要に応じて炭素製の容器に移し、真空中で2000℃に加熱すると、圧力と高温の相乗効果によって高密度に焼結される。このようにして、球形の発熱体用素子が得られる。

【0126】ただし、前記混合物を円柱状や板状に成形し、切断、研磨して球形に加工してもよい。なお、板状に成形する場合は、温度は2000℃程度で、圧力は54.4MPa程度である。

(発熱体用素子の製造例10) 次に、合金、超硬合金、及びアモルファス金属で構成された発熱体用素子の製造例について説明する。

【0127】所望の金属材料に54.4MPaの急激な圧力を与えながら加熱した。そして、得られた金属板を切断、研磨して球形とし、発熱体用素子を得た。

(発熱体用素子の製造例11) 次に、セラミックスと金属との複合材で構成された発熱体用素子の製造例について説明する。

【0128】まず、粉末状のセラミックス及び金属を混合し、金属が半溶融状態となるように加熱する。そして、半溶融状態の混合物に鍛造、押出し、圧延加工等を施し、必要により切断、研磨等を施して球形とし、発熱体用素子を得た。このような操作によって、マトリックスである金属にセラミックス粒子が分散し、双方が安定的に接合した状態とすることができる。

【0129】

【発明の効果】以上のように、本発明の加熱装置は、素子移動手段、素子回転手段、及び素子震動手段のうち少なくとも一つを備えているので、被加熱物の加熱を効率良く行うことが可能である。したがって、本発明の加熱装置は、熱分解装置、高温反応装置等、様々な装置に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る加熱装置の一実施形態である廃棄物用熱分解装置の構成を示す縦断面図である。

【図2】発熱体用素子の複数を集合させてなる発熱体における放電の様子を説明する概念図である。

【図3】廃棄物用熱分解装置の別の実施形態の構成を示す縦断面図である。

【図4】分解ガスを無害化処理する装置を一体的に備えた廃棄物用熱分解装置の構成を示す縦断面図である。

【符号の説明】

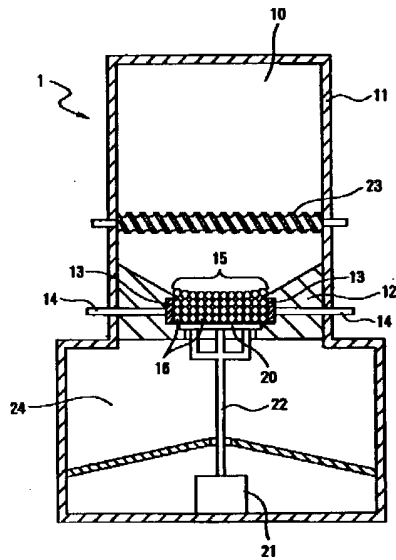
- 1, 2 廃棄物用熱分解装置
- 10 加熱室
- 12 発熱体収納部材
- 13 カーボン電極
- 14 炭素棒
- 15 発熱体

31  
 16 発熱体用素子  
 20 円板  
 21 モータ

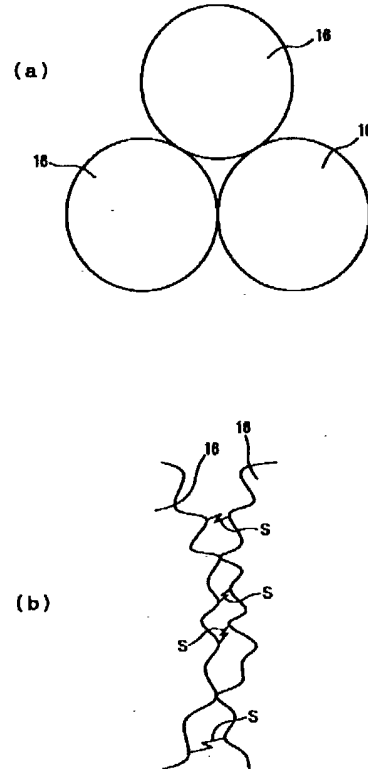
22 回転軸  
 46 真空ポンプ

32

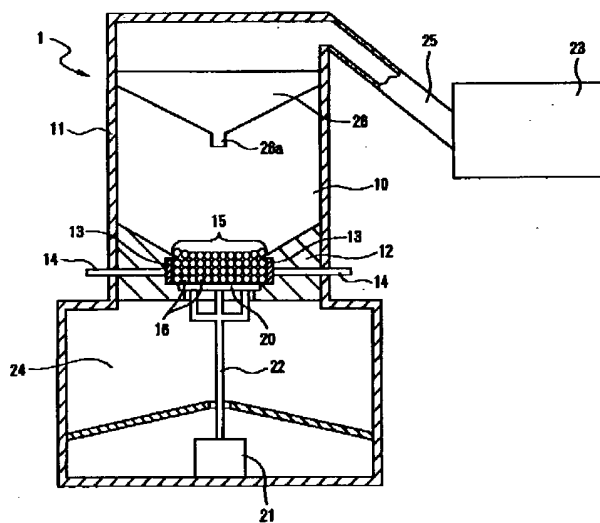
【図1】



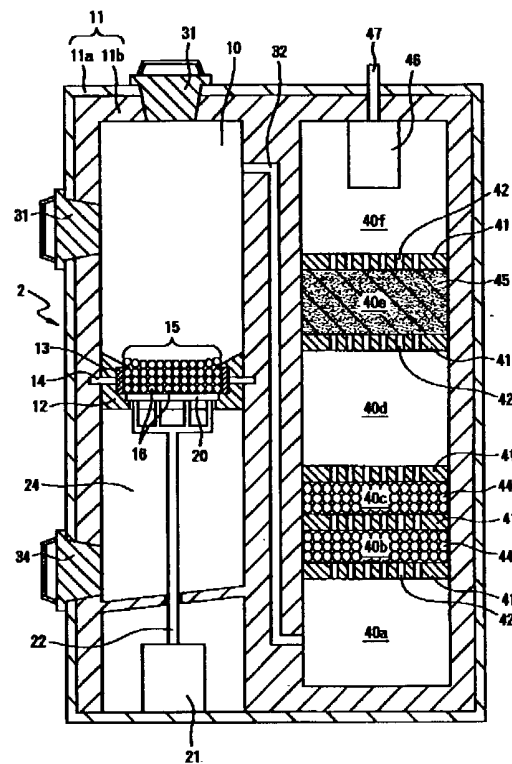
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K084 AB13

3K092 QA00 QB02 QB14 QB23 VV40

4G075 AA37 AA42 CA02 CA15 CA63

CA65 DA02 EB01 EC21 ED01

ED15 FB02 FB03 FB04 FC11

FC20